

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 05329588
PUBLICATION DATE : 14-12-93

APPLICATION DATE : 27-05-92
APPLICATION NUMBER : 04135276

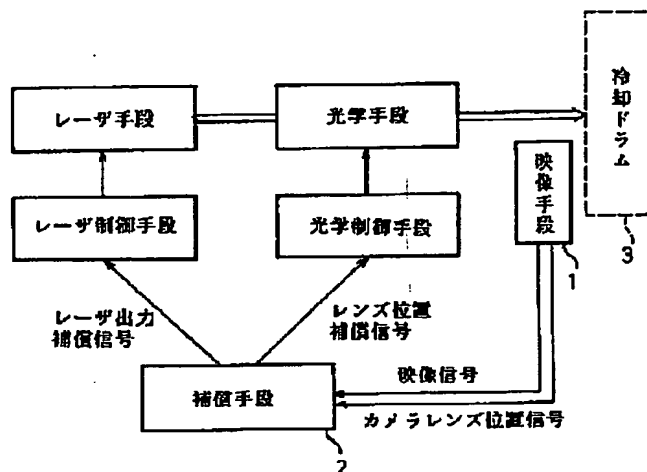
APPLICANT : NIPPON STEEL CORP;

INVENTOR : SUGIBASHI ATSUSHI;

INT.CL. : B22D 11/06 B22D 11/06 B23K 26/00
H04N 7/18

TITLE : DEVICE AND METHOD FOR
MACHINING DIMPLES ON COOLING
DRUM FOR CASTING CAST STRIP

cited in the European Search
Report of EP 01330030.4
Your Ref.: NSC-H 837-EP



ABSTRACT : PURPOSE: To improve the reliability of machining size by executing feedback control to the size of formed dimple in a machining device and a machining method for forming the dimples on the surface of cooling drum for casting cast strip by irradiation of laser beam.

CONSTITUTION: In the dimple machining device for forming the dimples on the peripheral surface of the cooling drum by the irradiation with the laser beam on the cooling drum 3 for casting the cast strip, a video means 1 for taking picture of the formed dimple on the peripheral surface of the cooling drum and compensating means 2 applying the feedback to a means for controlling the irradiating condition of the laser beam at the time of differing from the prescribed dimensional value by calculating at least either one between the diameter size and the depth size of the formed dimple with the video signal from the video means and comparing.

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&Japio

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-329588

(43) 公開日 平成5年(1993)12月14日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 2 D 11/06	3 7 0 B	7362-4E		
	3 3 0 A	7362-4E		
B 2 3 K 26/00	J	7425-4E		
	P	7425-4E		
	N	7425-4E		

審査請求 未請求 請求項の数4(全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平4-135276

(22) 出願日 平成4年(1992)5月27日

(71) 出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(72) 発明者 城戸 基

神奈川県相模原市淵野辺5-10-1 新日

本製鐵株式会社エレクトロニクス研究所内

(72) 発明者 南田 勝宏

神奈川県相模原市淵野辺5-10-1 新日

本製鐵株式会社エレクトロニクス研究所内

(72) 発明者 杉橋 敦史

神奈川県相模原市淵野辺5-10-1 新日

本製鐵株式会社エレクトロニクス研究所内

(74) 代理人 弁理士 青木 朗 (外4名)

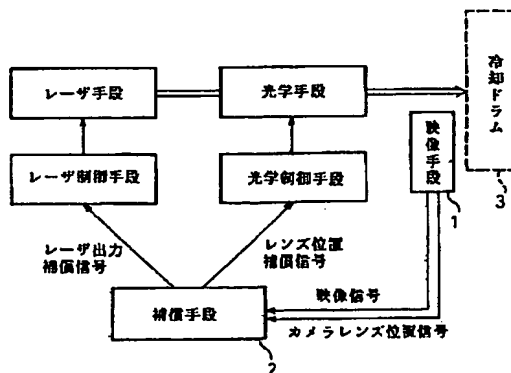
(54) 【発明の名称】 鋳片鋳造用冷却ドラムのディンプル加工装置および方法

(57) 【要約】

【目的】 レーザビームを照射して鋳片鋳造用冷却ドラムの表面にディンプルを形成する加工装置および加工方法に関し、形成するディンプルの寸法に対してフィードバック制御を行い加工寸法の信頼性を高めることを目的とする。

【構成】 鋳片鋳造用冷却ドラム3にレーザビームを照射して冷却ドラムの周面にディンプルを形成するディンプル加工装置において、冷却ドラム周面に形成されたディンプルを写す映像手段1と、映像手段からの映像信号から上記形成されたディンプルの径寸法および深さ寸法のうち少なくともいずれか一方を算出して所定寸法値と比較し、所定寸法値と異なるとき、レーザビームの照射状態を制御する手段にフィードバックをかける補償手段2とを備える。

本発明の加工装置構成の一態様を示す図



【特許請求の範囲】

【請求項1】 鋳片鋳造用冷却ドラム(3)にレーザービームを照射して該冷却ドラムの周面にディンプルを形成するディンプル加工装置において、前記冷却ドラム周面に形成されたディンプルを写す映像手段(1)と、

該映像手段からの映像信号から該形成されたディンプルの径寸法および深さ寸法のうち少なくともいずれか一方を算出して各所定寸法値と比較し、該各所定寸法値と異なるとき、レーザービームの照射状態を制御する手段にフィードバックをかける補償手段(2)と、を具備することを特徴とするディンプル加工装置。

【請求項2】 前記映像手段(1)が、波長選択フィルタを介して前記ディンプルを写し出す請求項1に記載のディンプル加工装置。

【請求項3】 鋳片鋳造用冷却ドラム(3)にレーザービームを照射して該冷却ドラムの周面にディンプルを形成するディンプル加工方法において、前記冷却ドラムの表面に形成されたディンプルを映像入力装置によって写すこと、

前記写されたディンプルの画像から該ディンプルの径寸法および深さ寸法のうちの少なくともいずれか一方の寸法を算出すること、

前記求めた寸法を所定値と比較すること、該求めた寸法が該所定値から外れるとき、前記レーザービームの照射を制御する装置にフィードバックをかけること、

とを具備することを特徴とするディンプル加工方法。

【請求項4】 前記ディンプル形状を写すとき波長選択フィルタを介して写す請求項3に記載のディンプル加工方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、鋳片鋳造用冷却ドラムの加工装置および加工方法に関し、特に単ドラム方式、双ドラム方式、ドラム—ベルト方式等の冷却ドラム表面にレーザービームを照射してディンプルを形成する加工装置および加工方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 連続鋳造の分野において、製品の最終形状に近い肉厚の薄い鋳片(以後、薄肉鋳片という)を溶鋼から直接的に製造する技術の開発が強く望まれている。薄肉鋳片を鋳造する場合、厚肉鋳片を鋳造する場合と比べて冷却ドラムで溶鋼がかなり急激に冷やされるので、鋳造された鋳片に肉厚の変動または表面割れ等が引き起こされる。従って、これらの欠陥を引き起こさないような冷却ドラムを考慮する必要がある。

【0003】 例えば、特開昭60-第184449号では、冷却ドラムの周面全体に均一な凹凸を設けて「空気溜まり」を形成し、冷却ドラム周面に「空気層」を作る

ことが提案されている。これは、「空気溜まり」により冷却ドラムの放熱能力を小さくして溶鋼を緩慢に冷却することによって、形成される「凝固シェル」の厚みを板幅方向で均一化し、肉厚変動および表面割れのない薄肉鋳片を鋳造可能にしている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、凹凸を設けた冷却ドラムを用いて鋳造を行うと鋳片表面へ凹凸状の跡(転写跡)が転写される。この転写跡の凹凸はその後の圧延により平滑にされるので支障を及ぼさないが、転写跡の一部に粗大粒が存在すると「あざ」となっており、鋳造された製品の商品価値を損ねてしまう。

【0005】 また、凹凸を設けた冷却ドラムを用いて溶鋼を鋳込むと、溶鋼の「湯溜まり」に「表面波」が発生し、鋳造される鋳片表面に横皺を形成したり、光沢ムラ、粗大結晶組織等の欠陥を引き起こしたりする。そのため、鋳込作業の際には「表面波」を発生させない細心の注意が必要になる。

【0006】 たとえば「あざ」が発生する原因は、上記「空気溜まり」によって「緩冷却」される部分(粗大粒形成部分)と、冷却ドラムと直に接して「急冷却」される部分(微小粒形成部分)とにおいて凝固した溶鋼の結晶粒径に差があり、これら粒径差による光の反射率の違いから「あざ」となって現れるからである。これは冷却ドラム周面に形成された凹凸が溶鋼の冷却速度分布に対して大きいことに起因する。

【0007】 一方「表面波」が発生する原因は、「凝固シェル」が形成される際、冷却ドラム界面における溶鋼の進行方向で「急冷却」される部分と「緩冷却」される部分との境界が局部的領域で概連続的に構成されるためである。この境界は、たとえば、冷却ドラム周面に凹凸が間隔をおいて規則的に設けられていたり、凹凸部で形成されるべき表面張力が得られず結果的にそこが「急冷却」部分となることによって、「急冷却」部分が連鎖的に形成されるために構成される。

【0008】 このように「あざ」および「表面波」の問題は、冷却ドラムに形成した凹凸に起因していることが分かる。そして、係る問題を解決するためには形成する凹凸(またはディンプル)の大きさ、形状、配置を考慮する必要があることがわかる。

【0009】 従来、冷却ドラムのディンプル加工に用いられている手法は主に湿式エッチングである。エッチングは、マイクロエレクトロニクスの分野等ではかなりの微細加工を達成しているが、この冷却ドラムの加工においては、加工するディンプル径を小さくすると共にその深さも必要とするので加工寸法に限界がある。実際、上記した凹凸部で形成されるべき表面張力を保証するために必要なディンプル深さは約70 μ mであり、この深さ寸法を得るためにディンプル径寸法は最小で約300 μ mとなってしまふ。言い換えると、ディンプル径寸法を

3

300 μ m以下にするとディンプル深さが得られず表面張力を保証することができなくなってしまう。

【0010】加えてエッチングは、ディンプルの大きさや形状および配置に関して係る各寸法を柔軟に変えることが難しい。またエッチングは、その加工に用いる薬品処理に係る周辺設備等を含め、最近取り立たされている環境への課題も懸念される。

【0011】その他にショットブラスト、放電加工、機械加工等もディンプル加工に用いられている。しかし、ショットブラストはエッチングと同様に加工寸法の限界、寸法制御、加工精度等の問題がある。放電加工および機械加工においては微細加工が可能であるが、冷却ドラムに対して加工するディンプル数が非常に多いので、電極の交換等を含めて時間的な面で工業上不適当または不可能である。

【0012】そこで本発明の目的は、冷却ドラム周面へ「レーザビーム」を照射することによりディンプルを形成する加工装置および加工方法を提供することである。そして特に加工の際、形成するディンプルの寸法に関してフィードバック制御を行い加工寸法の信頼性を高めることである。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するための加工装置構成の一態様を図1に示す。本発明に係るディンプル加工装置は、鋳片製造用冷却ドラム3にレーザビームを照射して冷却ドラムの周面にディンプルを形成するディンプル加工装置において、冷却ドラム周面に形成されたディンプルを写す映像手段1と、映像手段1からの映像信号から上記形成されたディンプルの径寸法および深さ寸法のうち少なくともいずれか一方を算出して各所定寸法値と比較し、各所定寸法値と異なるとき、レーザビームの照射状態を制御する手段4、5にフィードバックをかける補償手段2と、を備える。

【0014】

【作用】レーザビームを使用することにより、レーザビームはその径を波長の約3倍まで絞れるので、従来の加工装置では達成し得なかった微細寸法で冷却ドラム周面を加工することが可能となる。またレーザ加工ゆえにその電氣的制御が可能であり、形成するディンプルに対して柔軟性のある寸法設定が可能となる。また薬品使用に係る問題等を発生させない。

【0015】係るディンプル寸法のフィードバック制御において、映像手段1により画像化して求めることにより、非接触でディンプル寸法を測定することが可能になる。更に、求めた値を所定値と比較してフィードバックすることにより、加工面等におけるレーザビームの反射、外乱等による影響から加工寸法を保証することができ、ディンプル加工寸法の精度が得られる。

【0016】

【実施例】以下、本発明のレーザビームを用いたディン

4

ブル加工装置について図面を参照しながら詳細に説明する。

【0017】本発明に係るディンプル加工装置の一実施例を図2に示す。ディンプル加工装置は、レーザ発振器20と、レーザ出力を制御するレーザ制御器21と、レーザビームを冷却ドラム表面に集束させる集光レンズ22と、集光レンズ22の焦点距離を変えるレンズ制御部23と、冷却ドラムの表面を映す自動焦点調節機能付カメラ24と、映された映像を画像処理してディンプル寸法をフィードバック制御する画像処理装置25とを備えている。

【0018】冷却ドラム26はその回転軸27を中心に一定速度 ω で回転しており、その回転 ω が回転制御器28によって維持されている。本加工装置の加工部29は、冷却ドラムの表面に対して一定距離 s_1 を保ちながら回転軸方向へ一定速度 v で移動する掃引装置30に懸架されている。その速度 v は掃引制御器31により維持されるので、結果的にレーザビーム32は冷却ドラム26の周面を螺旋状に走査する。勿論、本加工装置と冷却ドラム26間の配置関係は冷却ドラム26自身が回転しながらその回転軸方向に移動する形態でもよい。

【0019】本加工装置のレーザ発振器20は、1台のYAGレーザを用いているが他のレーザ装置、たとえば炭酸ガスレーザ等の連続発振型のガスレーザ、またはルビーレーザ等のパルス発振型の固体レーザでも可能である。レーザビーム32はレーザ制御器21によってレーザ出力とその発振周波数が制御される。

【0020】集光レンズ25は機械的または電氣的な駆動部33を備えており、レンズ制御部23からの制御信号34によりその焦点距離を変え、冷却ドラム表面に集束するレーザビームの発散角 α を変える。これにより冷却ドラムの照射面35におけるレーザビームの集束面積が変わるのでディンプル径寸法を変えることができる。

【0021】レーザ制御器21は、レーザ発振器20に制御信号36を与えてレーザ励起電力を変えることによりレーザの出力値を制御する。これにより、冷却ドラム面に集束されるレーザビーム32のエネルギーが変わるのでディンプル深さ寸法を変えることができる。またレーザ制御器21は、制御信号37により、一定周期のレーザ励起タイミングに変調をかけ、冷却ドラム表面35に照射するレーザビームの照射時間間隔を変えることもできる。これにより、ディンプルの位置間隔をドラムの回転方向に変えることができる。

【0022】このように、ディンプルの位置間隔、径および深さの各寸法は、各制御信号34、36、37に置き換えられて制御される。なお、各制御信号は、冷却ドラム26の回転速度 ω 、および掃引装置31の掃引速度 v 等からも考慮される。

【0023】自動焦点調節機能付カメラ24と画像処理装置25は、形成されるディンプル形状に関する寸法制

御を行うために設けられている。つまり、形成されるべきディンプルに対して設定されたディンプル径寸法 ϕ および深さ寸法Dを監視している。

【0024】接写レンズを備えたカメラ24は、集光レンズ22の近傍に冷却ドラム表面と一定間隔 s_1 をおいて設けられており、ディンプル加工の際、加工装置29と共に冷却ドラムの回転軸方向へ掃引される。加工作業が開始されると、ディンプルは冷却ドラム周囲を一連の螺旋状に形成されていくので、加工されたディンプルの軌跡は冷却ドラムの回転軸方向に一定間隔で列状に形成される。たとえばカメラ24は、これから形成されるディンプル列から数列離れた既に形成されたディンプル列の映像を映すように位置合わせされる。そしてカメラ24は、カメラの焦点がその画面の中心で自動的に合うので、画面の中心にディンプルを映し出すように位置合わせされる。

【0025】またカメラ24は、加工点35の近傍に備えられるので加工点から散乱されるレーザ光、放射光等のノイズを避けるために波長選択フィルタが取り付けられている。波長選択フィルタの波長選択は、波長600nm以下をカットすることが好ましい。

【0026】ディンプル加工が開始され、たとえば、加工されたディンプルの軌跡が数ターン形成されると、カメラ24は加工されたディンプルを映し始める。カメラの自動焦点調節レンズは、次々と映し出されるディンプルと冷却ドラム表面との距離を調節しながら追従していく。自動焦点レンズを追従させる制御に用いられるカメラ24における電気信号は、ディンプル数のカウンタとして使用するために画像処理装置25に入力される。カメラ24が映すディンプル映像は、所定の時間間隔で画像データとして画像処理装置25に入力されるが、この間隔は上記カウンタによって導かれる。

【0027】図3は、カメラ24とディンプル41との位置関係を示している。まず、ディンプルがA地点のときには冷却ドラム26の表面aがカメラ24に映し出され、カメラ24と冷却ドラム間の距離 s_2 が基準として規定される。そして、ディンプル41がB地点にきたとき、ディンプル41の内側面bが映り始め、C地点でディンプル41の底部cが映し出される。このときカメラのレンズ42がa'からc'へ焦点を合わせるのに用いられた電気信号 v_1 は、ディンプルの通過を示すカウンタ信号となる。またこの電気信号 v_1 は、上述したように、所定の時間間隔でディンプル41を画像処理装置25に画像入力する際のタイミング信号として用いられ、C地点でディンプルの映像信号38を画像処理装置25に入力させる。この場合、画像処理装置25においては、係る電気信号 v_1 の信号値からディンプルの深さ寸法dが求められる。

【0028】画像処理装置25において、ディンプル径寸法 ϕ は、映像信号38から画像解析されて求められ、

ディンプル径寸法 ϕ と共に、各所定値 ϕ_0 、Dと比較される。そして、それらの値 ϕ 、dが所定値と異なるとき、レーザ制御器21、レンズ制御器23へ寸法補償信号39、40を与える。

【0029】このフィードバック制御は、ディンプル加工作業完了まで抜取的に繰り返され、加工作業中におけるレーザ光の反射、外乱、レーザの変動等による影響に対してリアルタイムで補償を行う。

【0030】図4は、画像処理装置25において、上記映像信号38から上記ディンプル径寸法 ϕ を求めてフィードバック制御を実行するフローチャートの一例を示す。

【0031】最初にステップ60では、映像信号が入力されると同時に信号にフィルターをかけ2値化し、その後ステップ62で画像化する。この画像には冷却ドラムに形成された1個のディンプルが写し出されている。2値化により「黒い」略円状の塊で表されたディンプルは多数の「黒い」画素で示され、それ以外は「白い」画素で示される。次のステップ64では、上記塊の画素数を順次カウントしてディンプルの面積を求める。ステップ66では、その面積からディンプル径寸法 ϕ を導く。

【0032】ステップ68では、カメラレンズの電気信号 v_1 から求めた係るディンプルの深さ寸法dを読み込む。ステップ70では、このディンプルの深さ寸法dが設定値Dを満足しているか否かが比較される。もし設定値と異なる場合、ステップ72ではディンプルの深さ寸法を補償するために、レーザ制御器へレーザ出力補償信号を与える。ステップ74では、ディンプル径寸法 ϕ が設定値 ϕ_0 を満足しているか否かが比較される。もし設定値と異なる場合、ステップ76ではディンプル径寸法を補償するために、レンズ制御器へレンズ位置補償信号を与える。

【0033】係るフローチャートが繰り返し実行されて各寸法のフィードバック制御が実行される。本フローチャートは、映された1つのディンプルに対してフィードバック制御を実行する例であるが、サンプリング的に得た幾つかのディンプルデータを集計し、統計的に平均値を算出して制御を実行しても構わない。また、各設定値は所定の範囲をもって設定されても構わない。

【0034】このようにフィードバック制御を実行したことによって、以下のように設定値に適合されたディンプルを形成することができた。

【0035】波長1.06 μ mのYAGレーザを用いてレーザ出力を発振周波数を500Hz、パルス幅0.1msec、100mJ/パルスとし、焦点距離50mmの集光レンズと、波長600nm以下の光をカットする波長選択フィルタを装着した自動焦点調節機能付きカメラとを用いて、ディンプル径寸法250 μ m、ディンプル深さ寸法100 μ mのディンプル加工を実施した。その結果、フィードバック制御を実行しない場合、ディ

ンブル径寸法が $250 \pm 10 \mu\text{m}$ 、ディンプル深さ寸法が $100 \pm 30 \mu\text{m}$ であったのに対し、フィードバック制御を実行した場合には、ディンプル径寸法が $250 \pm 3 \mu\text{m}$ 、ディンプル深さ寸法が $100 \pm 10 \mu\text{m}$ に改善された。

【0036】そして、係るディンプルを設けた冷却ドラムを用いてステンレス鋼（SUS304）を鋳込んだ結果、表面に欠陥のない5mm厚の鋳片が得られた。

【0037】本実施例では、自動焦点調節機能付きカメラを用いてディンプル径寸法とディンプル深さ寸法を測定したが、上記カメラでディンプル径寸法を測定し、レーザ式測定装置等の光学的測定手段によってディンプル深さ寸法を測定して同様なフィードバック制御をかけることも可能である。

【0038】

【発明の効果】このように本発明により、「レーザビーム」によって鋳片鋳造用冷却ドラムにディンプルを形成する加工装置および加工方法が提供された。そして加工の際、形成するディンプル寸法に関してフィードバック制御を行うことにより、加工寸法の信頼性が高められ、形成するディンプルに対して適当なディンプル寸法を保證することができた。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の加工装置構成の一態様を示す図である。

【図2】本発明に係る加工装置の一実施例を示す図である。

【図3】図2の実施例におけるカメラとディンプルの位置関係を示す図である。

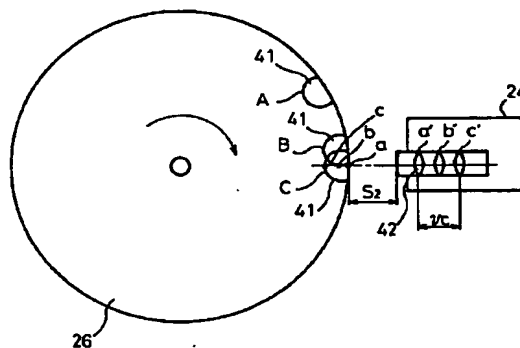
【図4】図2の画像処理装置における寸法制御フローチャートを示す。

【符号の説明】

- 20…レーザ発振器
- 21…レーザ制御器
- 22…集光レンズ
- 23…レンズ制御器
- 24…自動焦点調節機能付きカメラ
- 25…画像処理装置
- 26…冷却ドラム
- 28…冷却ドラム回転制御器
- 31…掃引制御器
- 30…冷却ドラム回転制御器
- 32…掃引制御装置

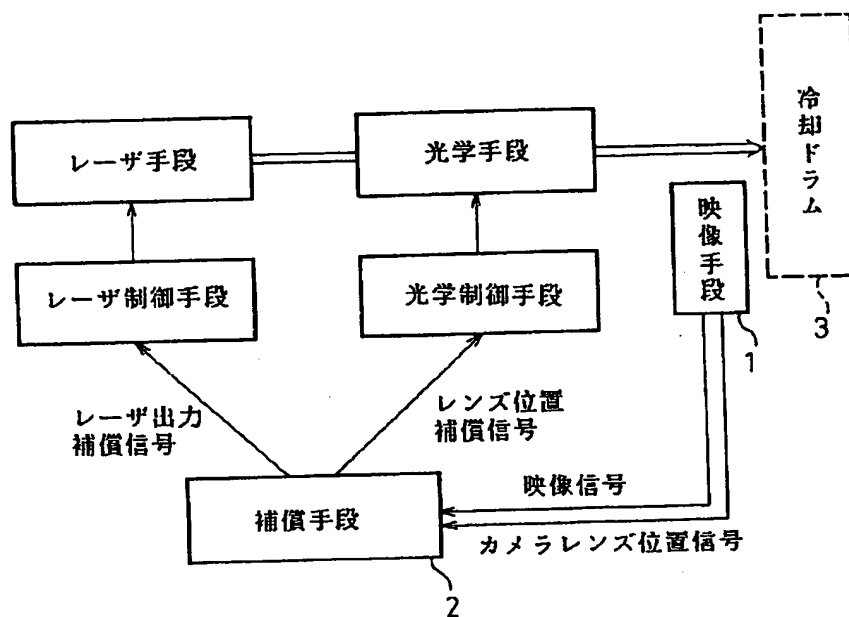
【図3】

図2の実施例におけるカメラとディンプルとの位置関係を示す図



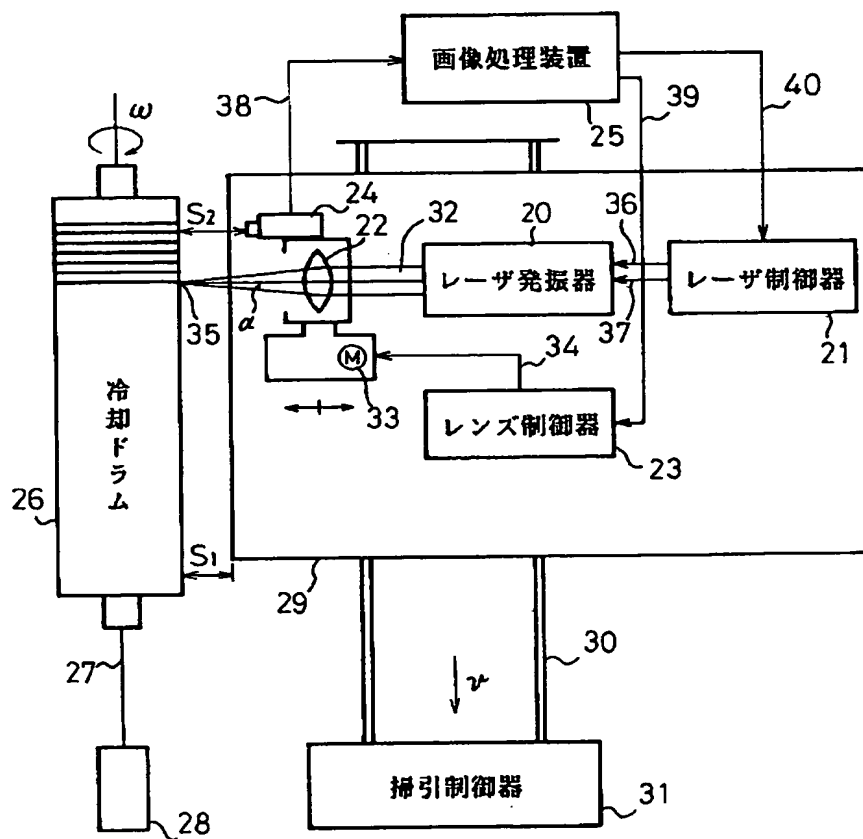
【図1】

本発明の加工装置構成の一態様を示す図



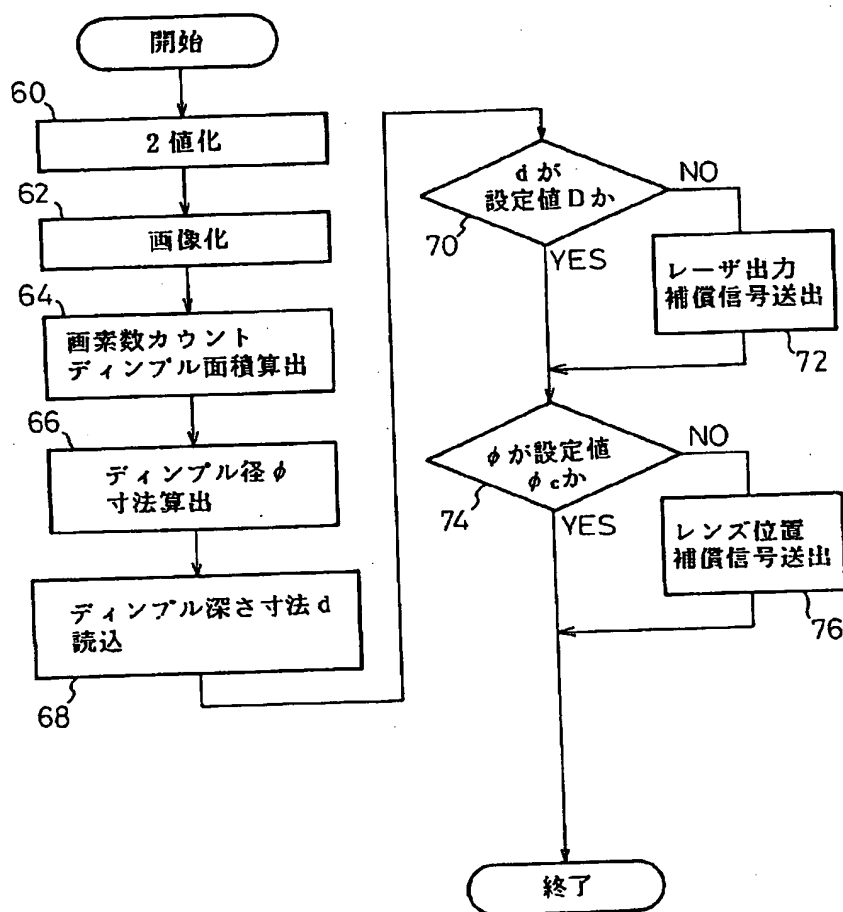
【図2】

本発明に係る加工装置の一実施例を示す図



【図4】

図2の画像処理装置における寸法制御フローチャートを示す



フロントページの続き

(51) Int. Cl.
H04N 7/18

識別記号 庁内整理番号
C

F I

技術表示箇所